

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-107739

(43)Date of publication of application : 30.04.1993

(51)Int.Cl.

G03F 1/08

G03F 7/20

H01L 21/027

(21)Application number : 03-292063

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 14.10.1991

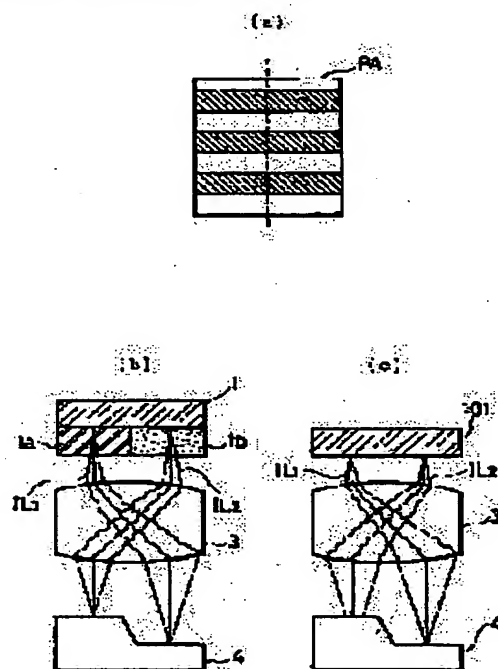
(72)Inventor : KOMATSU MASAYA

(54) PHOTOMASK, EXPOSING METHOD, AND PROJECTION EXPOSURE DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain excellent image formation performance over the entire exposure area.

CONSTITUTION: Transparent films 1a and 1b which differ in refractive index corresponding to the step structure of a wafer 4 and/or the distortion of an image formation plane by a projection lens 3 are adhered to the pattern formed surface of the photomask 1, and the image formation plane is moved in the direction of the optical axis. At this time, the both sides of the projection lens 3 are preferably telecentric. The transparent films 1a and 1b may be separated from the photomask 1 and an image plane correction member which has a refractive index distribution corresponding to the step structure of the wafer 4 and/or the distortion of the image formation plane may be arranged between the photomask 1 and projection lens 3.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 08.10.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 17.10.2000

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-107739

(43)公開日 平成5年(1993)4月30日

(51)IntCl ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 F 1/08	D	7369-2H		
7/20	5 2 1	7818-2H		
H 0 1 L 21/027		7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	3 0 1 P
		7352-4M		3 1 1 L
審査請求 未請求 請求項の数3(全 7 頁)				

(21)出願番号 特願平3-292063

(22)出願日 平成3年(1991)10月14日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 小松 雅也

東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式

会社ニコン大井製作所内

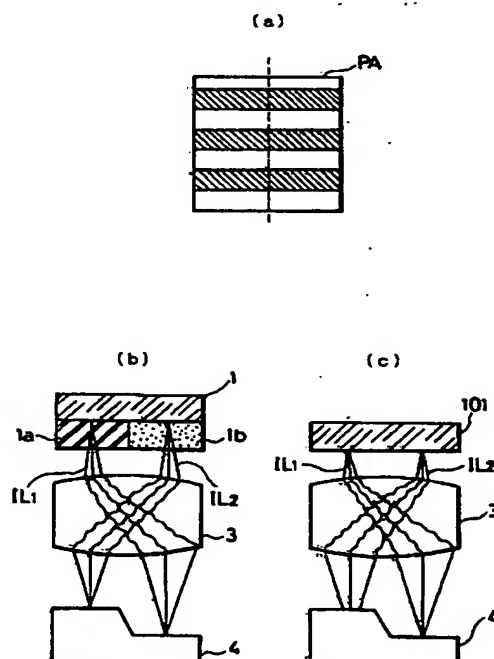
(74)代理人 弁理士 佐藤 正年 (外1名)

(54)【発明の名称】 フォトマスク及び露光方法並びに投影露光装置

(57)【要約】

【目的】 露光領域全体に渡って良好な結像性能を得る。

【構成】 フォトマスク1のパターン形成面には、ウエハ4の段差構造及び／又は投影レンズ3による結像面の歪みに応じて、屈折率の異なる透明膜1a、1bが被着され、結像面が光軸方向に移動される。このとき、投影レンズ3は、両側テレセントリックであることが望ましい。透明膜1a、1bはフォトマスク1と分離されていても良く、フォトマスク1と投影レンズ3の間に、ウエハ4の段差構造及び／又は結像面の歪みに応じた屈折率分布をもつ像面補正部材を配置しても良い。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 投影光学系を介して所定のパターンを感応基板上に露光するために用いられるフォトマスクにおいて、

前記感応基板上の露光領域内にある段差構造及び／又は前記投影光学系による結像面の歪みに応じて、前記パターンの形成面側に、屈折率の異なる領域が設けられたことを特徴とするフォトマスク。

【請求項2】 原図基板に形成されたパターンを投影光学系を介して感応基板上に露光する方法において、前記原図基板のパターン形成面側に、前記感応基板上の露光領域内にある段差構造及び／又は前記投影光学系による結像面の歪みに応じた屈折率分布をもたせ、前記投影光学系の結像面と前記露光領域の表面とがほぼ一致するように前記投影光学系の結像面の少なくとも一部分を光軸方向に移動させることを特徴とする露光方法。

【請求項3】 原図基板に形成されたパターンの像を感応基板上に結像投影する投影光学系と、前記感応基板の表面が前記投影光学系の結像面近傍に位置するように前記感応基板を保持するステージとを備えた投影露光装置において、

前記感応基板上の露光領域内にある段差構造及び／又は前記投影光学系による結像面の歪みに応じた屈折率分布をもち、前記投影光学系の結像面と前記露光領域の表面とがほぼ一致するように前記投影光学系の結像面の少なくとも一部分を光軸方向に移動させる像面補正部材を備えたことを特徴とする投影露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、例えば半導体素子や液晶表示素子製造のリソグラフィ工程で使用されるフォトマスク及び投影露光方法並びに投影露光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、リソグラフィ工程では原図基板（マスクまたはレチクル）に形成されたパターンを高分解能で感光基板（半導体ウエハ等）上に転写する装置として、ステップアンドリピート方式の縮小投影型露光装置（ステッパ）が多用されるようになってきている。この種のステッパでは、投影レンズが露光光の波長に関して色収差補正され、その露光波長のもとでレチクルとウエハとは互いに共役になるように配置されている。尚、レチクルの下面（パターン面）はほぼフラット（平面）であり、投影レンズの投影像面（最良結像面）もほぼフラットである。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記の如き従来の装置では以下のような問題があった。通常、感応基板（以下ウエハとして説明する）上の1つの露光領域の表面はほぼフラットと見なされ、この場合は投影

光学系の結像面がフラットでも問題はない。ところが、ウエハ上の各露光領域は部分的に段差（凹凸構造）をもつことがある。このような場合に従来技術では、投影光学系の結像面がほぼフラットであるため、段差の上面に焦点を合わせる。すなわち結像面と上面とを一致させると、段差下面での結像性能が悪化する。特に投影光学系の焦点深度が段差より小さいと、段差下面では解像不良となる。逆に段差の下面に焦点を合わせると、段差上面での結像性能が悪化する。また、上面と下面との中間に焦点を合わせると、上面及び下面の両方で十分な結像性能を得られないという欠点があった。

【0004】 ウエハ上の凹凸が比較的微細である場合には、レジストを厚く塗布したり、多層レジストを用いることによりある程度対応が可能であるが、大面積に渡る凹凸に対応することは非常に困難であり、結像性能の悪化を避けることができなかった。

【0005】 また、例えばウエハが平坦であったとしてもあったとしても、投影光学系の収差（像面湾曲など）やフォトマスク自体の反り等によって像面に大面積に渡る歪みが生じている場合、部分的に結像面と露光領域表面がずれてしまい、結像性能が低下してしまう。従来、このような像面の歪みに対処する方法は皆無であった。

【0006】 上述したようなことに加えて、投影露光における転写可能な最小寸法は、投影光学系の開口数（NA）に反比例し、露光波長に比例するため、パターンの微細化要求に対応して、投影光学系の開口数（NA）は増大し、露光波長は短波長化する傾向がある。投影光学系の焦点深度は開口数の2乗に反比例し、露光波長に比例するため、投影光学系の焦点深度は、近年、急激に減少しており、ウエハの凹凸や像面の歪みによって一層解像不良が生じやすくなっている。

【0007】 本発明は以上の点を考慮してなされたものであり、感光基板上の露光領域内に段差（凹凸）があったり、投影光学系によるパターンの像に歪みがあったりしても、露光領域の全面で高解像のパターン露光を行うことができるフォトマスク及び投影露光方法並びに投影露光装置を得ることを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段】 請求項1のフォトマスクは、投影光学系を介して所定のパターンを感応基板上に露光するために用いられるフォトマスクであり、上記の課題を達成するために、前記感応基板上の露光領域内にある段差構造及び／又は前記投影光学系による結像面の歪みに応じて、前記パターンの形成面側に、屈折率の異なる領域が設けられたものである。

【0009】 また、請求項2の投影露光方法は、原図基板に形成されたパターンを投影光学系を介して感応基板上に露光するに際して、上記の課題を達成するために、前記原図基板のパターン形成面側に、前記感応基板上の露光領域内にある段差構造及び／又は前記投影光学系に

よる結像面の歪みに応じた屈折率分布をもたせ、前記投影光学系の結像面と前記露光領域の表面とがほぼ一致するように前記投影光学系の結像面の少なくとも一部分を光軸方向に移動させるものである。

【0010】更に、請求項3の投影露光装置は、原図基板上に形成されたパターンの像を感応基板上に結像投影する投影光学系と、前記感応基板の表面が前記投影光学系の結像面近傍に位置するように前記感応基板を保持するステージとを有し、上記の課題を達成するために、前記感応基板上の露光領域内にある段差構造及び／又は前記投影光学系による結像面の歪みに応じた屈折率分布をもち、前記投影光学系の結像面と前記露光領域の表面とがほぼ一致するように前記投影光学系の結像面の少なくとも一部分を光軸方向に移動させる像面補正部材を備えたものである。

【0011】

【作用】図3（後述する本発明の第1実施例に対応）を参照して、本発明の作用を説明する。図において、フォトマスク1のパターン形成面側の所定の部分には、厚さが一定で屈折率が異なる透明膜1a、1bが被着されている。パターン形成面のA₁、A₂を射出し、透明膜1a、1bを透過した光束IL₁、IL₂が倍率mの投影光学系3によってB₁、B₂に結像するとき、光束IL₁とIL₂では光路差が生じるため、図3に示されるように光軸方向の結像位置がΔdだけ異なることになる。このとき、透明膜1a、1bの屈折率をn₁、n₂（n₂>n₁）、厚さをDとすると、式1が成立する。但しΔn=n₁-n₂、mは投影レンズの倍率である。

$$\Delta d = \{ \Delta n / (n_1 \cdot n_2) \} \cdot D \cdot m^2 \quad \text{式1}$$

【0012】即ち、上記のΔdが露光領域の段差に相当するように、透明膜1a、1bの屈折率、厚さを選択して、透明膜1aを露光領域凹部に対応する箇所に、透明膜1bを露光領域凸部に対応する箇所に被着すれば、凹部、凸部とも結像面に合致することになる。この際、フォトマスク1を透過して投影光学系3に入射する光束及び投影光学系3から射出される光束の主光線が光軸に対して傾いていると、結像面を光軸方向にずらすことによって像の大きさも変わってしまうので、投影光学系3は両側テレセントリックであることが望ましい。

【0013】また、感応基板は平坦で結像面に歪みがある場合は、Δdが結像面の光軸方向の位置の差に相当するように透明膜1a、1bの屈折率、厚さを選択して、結像面が凸となっている部分に屈折率の小さい透明膜1aを、結像面が凹となっている部分に屈折率の大きい透明膜1bを被着すれば、結像面の歪みを補正され、露光領域全体を結像面と合致させることができる。

【0014】なお、図3では簡単のため厚さが同じで屈折率の異なる透明膜をパターン形成面に被着することにより結像面を光軸方向に移動させているが、被着する透明膜の厚さは一定である必要はない。

【0015】更に、図3では露光領域の凹凸や像面の歪みに対してフォトマスク自体に屈折率の異なる領域を設けることで対応しているが、図3中の透明膜1a、1bとフォトマスクとを分離することも可能である。即ち、投影露光装置のフォトマスクに近接して、露光領域の凹凸や像面の歪みに応じた屈折率分布をもつ像面補正部材を配置すれば、図3で説明したと同様にして露光領域全体を結像面に合致させることができる。

【0016】本発明において、結像面を移動させるために設ける膜（図3の透明膜1a、1b）は、露光光に対して透明であれば良く、例えばガラス、石英、PMM A、フッ素樹脂等があるが、これらに限定されるものではない。所望の屈折率分布をもたせることは、透明膜の特定の部分にイオンビームを注入したり、フォトリソをマスクとして屈折率の異なる物質を選択的に堆積させたり、あるいは、逆に不要部分をエッチングすることによって行なうことができる。

【0017】

【実施例】図1を参照して、本発明の第1実施例を説明する。まず、図1(a)は、本実施例で用いたフォトマスクのパターン領域PAの平面図である。形成されているパターンは、マスク上寸法で2.5μmのライン・アンド・スペースパターンである。

【0018】次に、図1(b)は、本実施例によるフォトマスクを用いて投影露光を行なった様子を示す概念図である。図において、レジストを塗布したウエハ（感応基板）4には図1(a)中の点線に相当する部分に0.1μmの段差が生じているものとし、5分の1縮小投影レンズ3を用いて投影露光を行なう。ここで、フォトマスク1のパターン形成面に、100μmの厚さの透明膜1a、1bを形成して、ウエハ4の段差に対応するものとし、透明膜1a、1bの屈折率n₁、n₂は1.5付近でn₁<n₂であるとする、前述した式1から、n₁=1.5、n₂=1.55、Δn=0.5となる。即ち、図1(b)において、フォトマスク1のウエハ4凹部に対応する部分には屈折率1.5の透明膜1aを被着し、ウエハ4凸部に対応する部分には屈折率1.55の透明膜1bを被着すれば良い。

【0019】このようなフォトマスクを用いて投影露光を行なえば、透明膜1aを通過した光束IL₁はウエハ4の凹部に結像し、透明膜1bを透過した光束IL₂はウエハ4の凸部に結像することになり、露光領域全体が結像面に合致し、良好な結像性能が得られる。

【0020】これに対して、図1(c)は従来のフォトマスク101を用いて、上記の第1実施例と同じ条件で投影露光をした様子を示すものである。図に示されるように、ウエハ4の凹部に結像面を合わせると、ウエハ4の凸部は結像面と合致しなくなり、露光領域全体で良好な結像性能を得ることはできない。

【0021】次に、図2は本発明の第2の実施例による

フォトマスクを用いて実施例1と同じ露光装置で投影露光を行なった様子を示したものである。この実施例では、フォトマスク10に設ける透明膜10a、10bについて、ウエハ4の凹凸に対応して屈折率だけでなく膜厚も変えている。膜厚の調整は、透明膜10a、10bを成膜する際に行なっても良いし、成膜後、エッチングによって特定の箇所だけ膜厚を減少させても良い。屈折率と膜厚を調整することによって、第1実施例と同様に露光領域全体を結像面に合致させることができる。

【0022】更に、ウエハの露光領域にある段差が比較的大きい場合等については、フォトマスク自体に段差を設けたり、フォトマスクの特定の箇所に透明膜（屈折率は同じ）を設けることによって、結像面を移動させる方法を採用しても良い。これらの方法は、本願出願人が特願平3-200580号（平成3年8月9日出願）で提案しているものであるが、図4、図5を参照して簡単に説明する。

【0023】まず、図4(b)において、光軸方向の座標がDだけ異なる2点A₁、A₂から射出した光束IL₁、IL₂が、倍率mの投影レンズ3により、光軸方向の座標がΔdだけ異なる2点B₁、B₂に結像されるものとする、式2が成立する。

$$\Delta d = D \cdot m^2 \quad \cdots \text{式2}$$

従って、Δdがウエハの段差に相当する値となるように、フォトマスク20自体にD=Δd/m²の段差を設ければ凹凸のある露光領域と結像面を合致させることができる。

【0024】例えば、図4(a)において、投影レンズ3の倍率が5分の1(m=0.2)であり、ウエハ4に1μmの段差がある場合には、フォトマスク20に25μmの段差を設ければ良い。この際、フォトマスク20のパターンが、図1(a)のように段差部分の両側でつながっている場合には、ウエハ4上の段差の傾斜に合わせて（ウエハ4の段差は一般に直角状ではなく傾斜をもつ）フォトマスク20に設ける段差にも傾斜をつけることが望ましい。

【0025】次に、フォトマスク上に厚さの異なる透明膜（屈折率一定）を形成する場合について説明する。図5(b)において、被着された透明膜30a'の膜厚差がΔDである2点A₁、A₂から射出した光束IL₁、IL₂が倍率mの投影レンズ3により、光軸方向にΔdだけ異なる2点B₁、B₂に結像されるものとする、式3が成立する。但しnは透明膜30a'の屈折率、1は空気の屈折率である。

$$\Delta d = \{(n-1)/n\} \cdot \Delta D \cdot m^2 \quad \cdots \text{式3}$$

従って、Δdがウエハの段差に相当する値となるように、透明膜30a'の膜厚差を調整すれば凹凸のある露光領域と結像面を合致させることができる。

【0026】例えば、図5(a)において、投影レンズ3の倍率が5分の1(m=0.2)、ウエハ4の段差が

0.5μm、透明膜30aの屈折率が1.5であるとき、式3から透明膜30aの膜厚は37.5μmとすれば良いことがわかる。

【0027】次に、図6は本発明の第3実施例による投影露光装置の概略的な構成を示す模式図である。図において、照明系2は超高圧水銀ランプ等の光源、オプティカルインテグレータ等を含み、レジスト層を感光させる波長域の露光用照明光ILをほぼ均一な照度でフォトマスク40に照射する。フォトマスク40のパターン領域PAを通過した露光光ILは、両側テレセントリックな投影レンズ3に入射し、投影レンズ3はフォトマスク40の下面にクロム等の遮光層により形成されたパターンの像を、表面にレジスト層が形成されたウエハ4上に結像投影する。尚、本実施例ではフォトマスク40自体を本発明における像面補正部材として用いているが、このことについては後で詳しく説明する。

【0028】また、投影レンズ3の倍率がmの時、当然ながらフォトマスク40のパターンの大きさは、ウエハ4上で形成すべきパターンの1/m倍になっている。投影レンズ3は露光光ILの波長に関して良好に色収差補正され、その露光波長のもとでフォトマスク2とウエハ4とは互いに共役になるように配置されている。

【0029】また、ウエハ4はモータ6によりステップアンドリピート方式で2次元移動するウエハステージ5に載置され、ウエハ4上の1つの露光領域に対するフォトマスク40の転写露光が終了すると、次の露光領域の位置までステッピングされる。ここで、ウエハステージ5はウエハ4の表面を投影レンズ3の結像面IM近傍に配置するようにウエハ4を保持している。ウエハステージ5の2次元的位置は干渉計7によって、例えば0.01μm程度の分解能で常時検出される。

【0030】図8(a)はウエハ上に形成された複数の露光領域のうちの1つの領域SAを示し、1つの露光領域SAの周囲4辺には通常50~100μm程度の幅のストリートラインSTが形成される。ストリートラインSTはウエハ上のチップを切り出す際の切りしろであって、ここに回路パターンの一部がはみ出して形成されることはない。図8(b)は図8(a)のB-B'矢視断面図であって、露光領域SAが部分的に段差構造となっていることを示している。尚、ここでは露光領域SA内の部分領域W₁₁とW₁₂との段差（間隔）をdで表している。

【0031】さて、上記の如く露光領域SAの一部が段差構造となっていることから、本実施例では露光領域SAの段差構造に対応してフォトマスク40のパターン面に屈折率の異なる領域を形成している。これによって、投影レンズ3の結像面IM（すなわちフォトマスクパターンの投影像）の一部分が光軸AXに沿った方向（Z方向）にシフト（移動）し、投影レンズ3の結像面IMと露光領域SAの表面とがその全面にわたってほぼ一致することになる（図9）。従って、本実施例ではパターン

面側に屈折率の異なる領域をもつフォトマスク40が、像面補正部材として用いられることとなっている。

【0032】図7(a)は本実施例で好適なフォトマスク40の具体的な構成の一例を示しており、図7(b)は図7(a)のA-A'矢視断面図である。図7(a)、(b)に示すようにフォトマスク40のパターン面には、露光領域SAの段差構造に対応して屈折率の異なる領域R₁₁、R₁₂が形成されている。すなわち、図8(b)中に示した露光領域SA内での段差(間隔d)に基づいて、パターン領域PA内において部分領域W₁₁に対応する領域R₁₁と部分領域W₁₂に対応する領域R₁₂とは、それぞれ屈折率の異なる透明膜40a、40bが被着されている。ここで、透明膜40a、40bの屈折率差 Δn 及び膜厚Dは、前述した式1を満たすように設定されるが、ウエハ4上に形成されるレジスト層の膜厚、レジストの種類、及びパターンのサイズや配列の密度等の影響で Δn 、Dの最適値は変化し得るので、予め実験あるいはシミュレーションを行ってフォトマスク毎に最適値を決めておくことが望ましい。

【0033】次に、図10を参照して第4実施例による投影露光装置について説明する。図10は本実施例による装置の構成の一例を示す図である。尚、図6の実施例では像面補正部材としてフォトマスクを用いていたが、本実施例ではフォトマスク50と投影レンズ3との間に配置された平行平板ガラス51を像面補正部材として用いる点のみが異なる。

【0034】図10に示すように、本実施例では露光領域内の段差構造に対応して少なくとも一方の面(図中では上面のみ)に屈折率の異なる透明膜51a、51bを被着した平行平板ガラス51を、フォトマスク50と投影レンズ3との間に配置している。これによって、本実施例においても投影光学系の結像面と露光領域の表面とをその全面にわたってほぼ一致させることが可能となる。この際、平行平板ガラス51は出来るだけフォトマスク50に近接して配置することが望ましい。また、透明膜51a、51bもフォトマスク50に近い方の面に形成することが望ましく、これは露光領域上で結像面の段差部分の分離を明確に行う上で有効である。なお、図の例では平行平板ガラスに透明膜51a、51bを被着して所定の屈折率分布をもたせているが、平行平板ガラスにイオンビームを注入する等して平行平板ガラス自体に屈折率分布をもたせるようにしても良い。

【0035】ところで、以上の実施例ではウエハ(露光領域)上での段差構造を2段として(すなわち図8(b)に示したように露光領域SAを2つの部分領域W₁₁、W₁₂に分けて)説明したが、当然ながら互いに段差(間隔dに相当)が異なる3段以上の段差構造にも簡単に対応することができる。尚、本発明を実施するに当たって投影レンズ3はウエハ側のみならずフォトマスク側もテレセントリックであることが望ましい。また、図6、図1

0の実施例ではステッパーを例に挙げて説明したが、ステッパー以外の露光装置であっても、投影光学系を備えた露光装置(例えば、ミラープロジェクション方式でも良い)であれば、本発明を適用できることは言うまでもない。さらに感光基板(半導体ウエハや液晶基板等)の全面を等倍で一括露光する装置でも構わない。また、本発明における像面補正部材はフォトマスクや平行平板ガラスに限定されるものではなく、感光基板段差構造又は結像面の歪みに対応した屈折率分布をもたせることのできるものであれば、何でも構わない。

【0036】

【発明の効果】以上のように本発明においては、フォトマスクのパターン形成面側に感光基板の段差構造及び/又は結像面の歪みに応じた屈折率分布をもたせるので、感光基板が広い範囲に渡る段差構造をもつ場合や投影光学系の収差によって結像面が歪んでいる場合でも、露光領域全体に渡って良好な像質のパターンを形成することができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1(a)は、第1実施例で用いたフォトマスクに形成されたパターンの平面図、図1(b)は第1実施例における投影露光のようすを示す概念図、図1(c)は従来のフォトマスクを用いた投影露光の様子を示した概念図である。

【図2】本発明の第2実施例における投影露光の様子を示した概念図である。

【図3】本発明の作用を説明するための概念図である。

【図4】図4(a)、(b)は結像面を光軸方向に移動させるための更に別の例を説明するための概念図である。

【図5】図5(a)、(b)は結像面を光軸方向に移動させるための更に別の例を説明するための概念図である。

【図6】本発明の第3実施例による投影露光装置の構成を示す模式的な構成図である。

【図7】図7(a)は第3実施例で用いられるフォトマスク(像面補正部材)の構成を示す平面図、図7(b)は図7(a)のA-A'矢視断面図である。

【図8】図8(a)は感光基板上に形成された複数の露光領域のうち1つの領域の様子を示す平面図、図8(b)は図8(a)のB-B'断面図である。

【図9】結像面が感光基板の段差構造に対応して補正されている様子を示す断面図である。

【図10】本発明の第3実施例による投影露光装置の構成を示す要部構成図である。

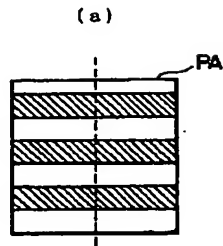
【符号の説明】

- 1, 10, 20, 30, 40, 50 フォトマスク
- 1a, 1b, 10a, 10b, 30a, 40a, 40b, 50a, 50b 透明膜
- 3 投影光学系
- 4 ウエハ
- 5 ウエハステージ

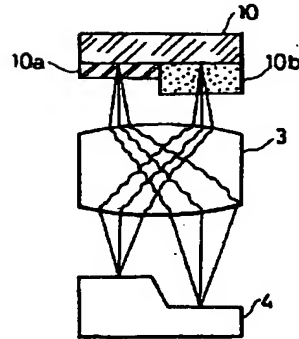
51 平行平板ガラス
IM 結像面

PA パターン領域
SA 露光領域

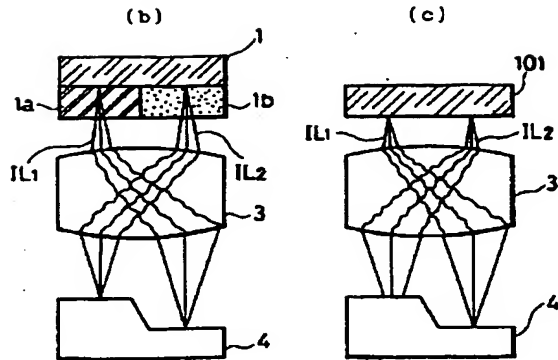
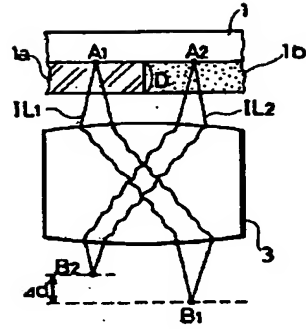
【図1】



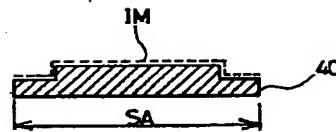
【図2】



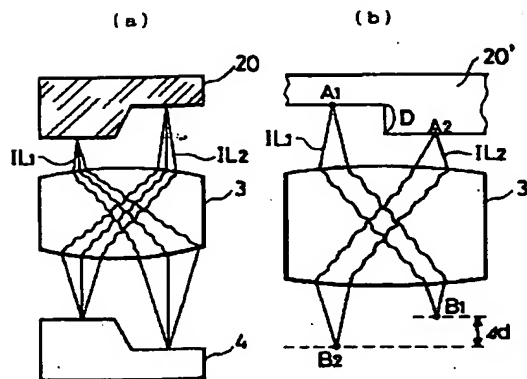
【図3】



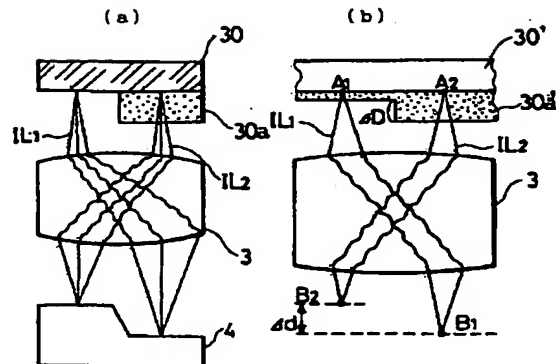
【図9】



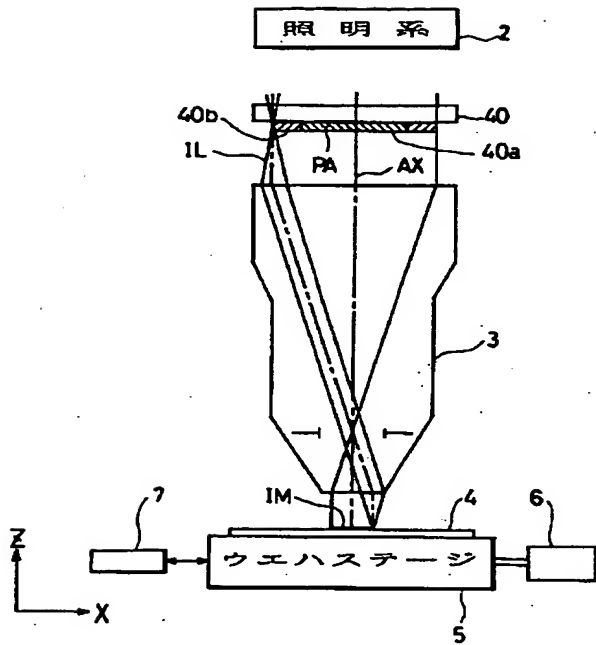
【図4】



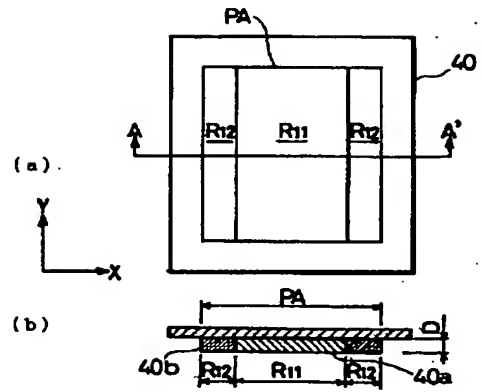
【図5】



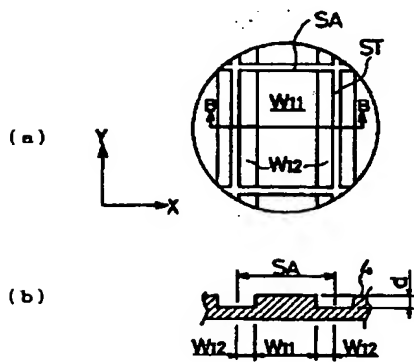
【図6】



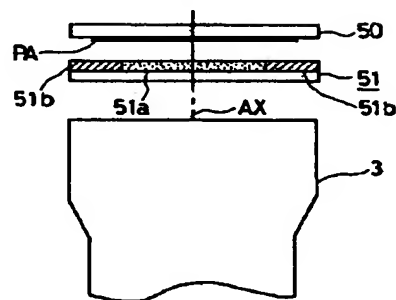
【図7】



【図8】



【図10】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.